# Weitere Untersuchungen über die Wirkung photodynamischer Stoffe auf Diastase.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der gesamten

**Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe**

verfasst und einer

**Hohen medizinischen Fakultät**

der

**Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

vorgelegt von

**Fritz Liebl,**
approb. Arzt aus Passau.

**München, 1905.**
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549027_0008

# Weitere Untersuchungen über die Wirkung photodynamischer Stoffe auf Diastase.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der gesamten

**Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe**

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

**Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

vorgelegt von

**Fritz Liebl,**
approb. Arzt aus Passau.

**München, 1905.**
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München.

*Referent: Professor Dr. von Tappeiner.*

In einer Reihe von Arbeiten zeigten v. Tappeiner und seine Schüler, dass unter Verwendung fluoreszierender Stoffe auf Mikroorganismen wie auf Gewebe Lichtwirkungen ausgeübt werden können, die ohne derartige Stoffe unmöglich sind. Diese fluoreszierenden Stoffe wurden infolge ihrer Wirkung als photodynamische bezeichnet.

Die in neuerer Zeit wieder in den Vordergrund tretende Auffassung,[1]) dass die Lebenserscheinungen in der Zelle wenigstens zum Teil eine Funktion enzymartig wirkender Stoffe sind, gab Veranlassung, die Frage aufzuwerfen, ob nicht die photodynamische Wirkung auf einer Einwirkung dieser Körper auf solche enzymartige Stoffe beruhe.

Es wurde deshalb das Verhalten der lichtwirkenden Stoffe auf Enzyme untersucht, und in der Tat ergab sich, dass die Mehrzahl der photodynamischen Stoffe auf Diastase, Invertin, Papayin eine ähnliche Wirkung ausüben wie auf Zellen [Flimmerepithel und Infusorien].[2])

Weitere biologische Überlegungen führten dazu, auch die Einwirkung auf Toxine in die Untersuchungen einzubeziehen

---

[1]) Vergleiche den Vortrag von F. Hofmeister auf der Hamburger Naturforscherversammlung 1901: Die chemische Organisation der Zelle. Braunschweig 1901.

[2]) H. v. Tappeiner und A. Jodlbauer, Über die Wirkung der photodynamischen (fluoreszierenden) Stoffe auf Protozoen und Enzyme. D. Arch. f. klin. Med. Bd. LXXX. 1904. — Vorläufige Mitteilungen enthalten die Dissertationsarbeiten von Stark (Diastase), Tillmetz (Invertin), Rehm (Papayin). München 1903.

und auch hier trat eine photodynamische Beeinflussung deutlich zutage.[1])

Beim Vergleich der bei den biologischen Versuchen gewonnenen Resultate mit den Erfahrungen bei Untersuchung der Fermente und Toxine zeigten sich auffällige Unterschiede hauptsächlich in dem Sinne, dass biologisch sehr wirksame Körper Fermenten und Toxinen gegenüber ganz oder teilweise versagten.

Die umfassendsten Untersuchungen an Fermenten wurden mit Invertin[2]) angestellt und alle bei Paramäcien untersuchten Stoffe auch an ihm geprüft. In der Regel zeigten sich die biologisch wirksamen Körper auch wirksam auf Invertin. Eine (kleine) Anzahl von Körpern aber blieb unwirksam. Diese Ausnahmen haben deswegen ein besonderes Interesse, weil, wenn ähnliche Differenzen auch bei anderen Enzymen und besonders Toxinen sich ergeben würden, ein Weg sich eröffnen würde zur Erkenntnis, ob bei den therapeutischen Effekten photodynamischer Stoffe in Krankheitsfällen Enzym- bezw. Toxinwirkung oder Zellenwirkung das Wesentlichste ist.[3])

Zur Lösung dieses Problems war es notwendig, vor allem jene Körper, die beim Invertin ganz oder teilweise versagt hatten, an einem andern Ferment nachzuprüfen.

Die diesbezüglichen Untersuchungen an Diastase hat Herr Professor von Tappeiner mir als Dissertationsarbeit zugewiesen.

Im Jahre 1903 hatte bereits E. Stark „Über die Wirkung fluoreszierender Stoffe auf Diastase“ gearbeitet (Dissertation, München 1903). Seine Untersuchungen umfassten jedoch

---

[1]) v. Tappeiner und Jodlbauer, Münch. med. Wochenschr. 1904. Nr. 17 und Nr. 25.

[2]) H. v. Tappeiner und A. Jodlbauer, D. Arch. f. klin. Med. l. c.

[3]) v. Tappeiner, Vortrag auf dem XXI. Kongress für innere Medizin in Leipzig 1904. Wiesbaden 1904.

nur eine kleinere Anzahl von Körpern, deren Resultate zum grössten Teil durch die eingehenderen Invertinversuche bestätigt wurden, zum Teil aber davon verschieden waren. Die Ursachen dieser Differenzen zwischen Starks Diastase- und den umfassenderen Invertinuntersuchungen sind hauptsächlich in der von Stark benützten Methode begründet. Stark liess nämlich den Diastaseprozess selbst unter Einwirkung der photodynamischen Substanzen verlaufen, sog. Versuchsanordnung I bei v. Tappeiner-Jodlbauer. Bei den von ihm angewandten Konzentrationen von Stärkelösung 1% und Diastasezusatz 0,01% verläuft bei Zimmertemperatur der Diastaseprozess in 5—6 Stunden. Hieraus resultiert eine relativ kurze Belichtungsdauer.

Ausser der relativ kurzen Belichtungsdauer kommt noch in Betracht, dass bei dieser Versuchsanordnung das gesamte Ferment ungeschädigt arbeitet, bis eben die photodynamische Beeinflussung der Diastase auftritt; und auch dann verläuft der Absterbeprozess der Diastase relativ langsam, so dass die Unterschiede des Verzuckerungsprozesses zwischen hell und dunkel nie besonders gross werden und somit bei photodynamischen Körpern geringerer Wirksamkeit die Photodynamie vollständig übersehen werden kann.

Aus diesen Überlegungen wurde schon bei den eingehenderen Invertinuntersuchungen eine andere Methode neben der Versuchsanordnung I verwendet. Es wurden Invertinlösungen mit fluoreszierenden Körpern versetzt und nach entsprechender Exposition mit Rohrzuckerlösungen zusammengebracht, sog. Versuchsanordnung II.

Ein Vergleich der nach beiden Methoden gewonnenen Resultate beweist, dass die Versuchsanordnung II besonders bei den nur schwach photodynamischen Körpern der Anordnung I vorzuziehen ist.

Bei Anwendung dieser Methode ist es auch möglich,

die Belichtungsdauer nach Bedarf zu verlängern, die Expositionen jederzeit abzubrechen, über Nacht stehen zu lassen, ohne Veränderungen im Fermentgehalt zu erleiden.

Wenn aber nach dieser Versuchsanordnung die Fermentlösungen $57^h$, wie es zum Teil bei den Invertinversuchen, oder $72^h$, wie es bei den folgenden Untersuchungen geschehen ist, stehen bleiben, so muss unter allen Umständen fleissig Toluol zugesetzt werden, da ohne Toluol sicher bakterielle Invasionen auftreten. Diese Vorsichtsmassregel wurde bei den Invertinuntersuchungen zum Teil ausser acht gelassen.

Derartige mit Toluol wiederholt versetzte Fermentlösungen können drei Tage dem diffusen Tageslicht — direktes Sonnenlicht schädigt das Ferment auch ohne Zusatz photodynamischer Substanzen — am offenen Fenster ausgesetzt werden, ohne in ihrer Wirksamkeit Kontrollösungen im Dunkeln gegenüber Unterschiede aufzuweisen, wie mehrfache Versuche zeigten.

Seit Starks Arbeit haben sich unsere Kenntnisse über die Wirkungsweise der photodynamischen Körper auch dahin erweitert, dass zur Wirkung auf Fermente die Gegenwart von Sauerstoff notwendig ist [W. Straub und gleichzeitig A. Jodlbauer und H. v. Tappeiner, dann Edlefsen].[1]) Die folgenden Versuche wurden daher — ebenso wie die Invertinuntersuchungen — in weiten, offenen Schalen unter-

---

[1]) a) W. Straub, Über chemische Vorgänge bei der Einwirkung von Licht auf fluoreszierende Substanzen und die Bedeutung dieser Vorgänge für die Lichtwirkung. Münch. med. Wochenschr. 1904. Nr. 25.

b) A. Jodlbauer und H. v. Tappeiner, Münch. med. Wochenschr. 1904. Nr. 26.

c) Edlefsen, Experimenteller Beitrag zum Studium der oxydierenden Wirkung fluoreszierender Stoffe. Münch. med. Wochenschr. 1904. Nr. 36.

nommen, bei einigen Körpern sogar mit zeitweiser Einleitung von reinem Sauerstoff.

Was nun die Differenzen anlangt, die sich zwischen den folgenden und den Invertinresultaten ergeben, so scheint hier ein Moment eine besondere Rolle zu spielen: die Ausschaltung gläserner Medien in den folgenden Versuchen.

Es ist einerseits bekannt, dass jener Teil der minderbrechbaren ultravioletten Strahlen, der von der Atmosphäre nicht absorbiert wird, auch dünnwandiges Glas zu durchdringen vermag. Andererseits sprechen aber die Erfahrungen während der folgenden Versuche dafür, dass nicht bloss ultraviolett absorbierende Körper, sondern auch solche, die nahe dem ultravioletten Teile des Spektrums absorbieren, bei Exposition im Freien kräftiger als hinter Fenster wirksam sind.

Die Erklärung dieser Tatsachen liegt in dem Umstande, dass ein Bruchteil der ultravioletten Strahlen — das sind also bei den ultraviolett absorbierenden Körpern gerade die wirksamen — durch Glas abgefangen wird und somit die Wirkung dieser Körper mehr oder minder abgeschwächt wird.

Ausserdem ist nicht ausgeschlossen, dass eine Anzahl der im blauen, nahe dem ultraviolett absorbierenden Körper noch eine weitere, noch nicht bekannte Absorption im ultravioletten Teil des Spektrums zeigen.

Ein weiterer Punkt, der eine besondere Bedeutung beansprucht, ist die Frage der zu wählenden Konzentration der fluoreszierenden Lösungen.

Bei den Invertinuntersuchungen findet sich bereits eine Angabe, die die Frage der Konzentrationen der „Farb"-lösungen beleuchtet. Methylenblau versagt bei konzentrierteren Lösungen (z. B. 0,05 %) vollständig und wirkt sehr stark in verdünnteren (z. B. 0,001 %), „da in die konzentrierteren Lösungen zu wenig Licht eindringt". Gelegentlich einer

Wiederholung dieses Methylenblauversuches mit Diastase ergab sich wiederum die maximale Wirkung bei einer beträchtlichen Verdünnung (0,0005%). Photodynamie war noch bei 0,00002% deutlich zu erkennen (s. Tabelle weiter unten). Es decken sich diese Konzentrationen ungefähr mit den auf Paramäcien angewandten und wirksamsten.

Die Erklärung für diese Erscheinung besteht darin, dass bei derartig konzentrierten Lösungen die von der betreffenden Substanz absorbierten, also gerade die wirksamsten Strahlen von den oberflächlichen Schichten absorbiert werden und die mittleren bezw. tiefen Schichten der Lösung überhaupt nicht mehr erreichen. Bei Paramäcien war diese Erscheinung nie beobachtet worden, was sich sehr einfach aus der hierbei benutzten Methode erklärt. Das Licht brauchte ja nur in eine Menge von zwei Tropfen einzudringen.

Es wäre also zu untersuchen, ob bei systematischer Verwendung grösserer Reihen mit fallenden Farbstoffkonzentrationen bisher „versagende“ Körper nicht doch noch Photodynamie ergeben, wenn auch nur solche geringen Grades. Denn bei diesen Körpern kann es sich nach all den bisherigen fruchtlosen Untersuchungen nur um geringgradige Photodynamie handeln.

Trotz der auf diesen Punkt gerichteten Versuchsanordnung blieben Toluilenrot und Fluornidindisulfosäure ohne Wirkung. Allerdings sind die Untersuchungen nicht vollständig beweiskräftig, da — mangels an Zeit — nur Tüpfelproben, keine gewichtsanalytischen Bestimmungen gemacht wurden.

Dazu kommt, dass bei diesen Versuchsreihen, trotzdem direktes Sonnenlicht stets ausgeschlossen war, auch ohne Zusatz photodynamischer Substanzen eine Schädigung des Fermentes im Licht zu erkennen war im Gegensatz zu sonstigen Versuchen. Die Ursache für diese Erscheinung

scheint nur darin erblickt werden zu können, dass während der dreitägigen Belichtung stets klarster Himmel war, so dass ultraviolette Strahlen sehr reichlich zur Einwirkung kamen.

Bevor die Resultate der im Laufe dieser Arbeit angestellten Untersuchungen mitgeteilt werden, möge kurz die für sämtliche Versuche, wo nicht anders angegeben, beobachtete Methode angegeben werden.

In vier Schalen von je 10 cm Durchmesser, 4 cm Höhe wurden je 50 ccm 0,2% Diastaselösung gegeben, in zwei dieser Schalen wurde entsprechend Farblösung bis zur gewünschten Konzentration zugesetzt, in die beiden andern erfolgte ein Zusatz einer der Farblösung entsprechenden Menge destillierten Wassers.

Je eine Farbstoffdiastaselösung und einfache Diastaselösung wurde ans Licht, fast immer bei offenem Fenster, gestellt, die beiden anderen Lösungen, mit einer Kappe aus schwarzem Papier bedeckt, an denselben Ort gestellt, um für die ganze Versuchsreihe gleiche Temperaturbedingungen zu haben.

Unter fleissigem Toluolzusatz blieben diese Lösungen 72 Stunden inkl. Nachtzeit exponiert. Alle Lösungen wurden nach Verlauf dieser Expositionszeit auf die ursprüngliche Flüssigkeitsmenge genau aufgefüllt und dann je 10 ccm entnommen und zu 90 ccm 1% Stärkelösung in Erlenmeyer'sche Kolben gebracht. Während des Verzuckerungsprozesses wurden die Kolben im Dunkeln gehalten, um eventuelle Lichtwirkung auf die im Dunkeln gestandenen Diastaselösungen zu vermeiden.

Durch zeitweise Tüpfelproben wurde das Fortschreiten der Verzuckerung kontrolliert und bei genügender Ausbildung derselben durch rasches gleichzeitiges Abkochen

der ganzen Versuchsreihe der Verzuckerungsprozess abgebrochen.

Nach der Methode von Soxleth-Allihn wurde dann für 25 ccm die dem Maltosegehalt entsprechende Menge Kupfer analysiert, gewogen und aus Weins Tabelle der Maltosegehalt für 100 ccm berechnet.

Die nachfolgenden Zahlen geben also einfach den in jeweils 100 ccm Stärke-Zuckerlösung enthaltenen Zucker in Gramm an. Von einer Umrechnung auf Prozente des grösstmöglichen Zuckergehaltes wurde, um unnötige Fehlerquellen zu vermeiden, abgesehen.

## I. Substanzen mit selektiver Absorption im sichtbaren Teil des Spektrums (Farbstoffe).

### Gruppe des Fluoreszeïns.

Für die zu dieser Gruppe gehörigen Substanzen ist Photodynamie auf Fermente sicher nachgewiesen, nur das Fluoreszeïn selbst und seine gechlorten Substitutionsprodukte hatten bisher versagt. Es wurde daher das Fluoreszeïn selbst in offenen Schalen und bei offenem Fenster untersucht:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,522 | nicht analysiert |
| Fluoreszeïn Na 0,04 % . . | 0,174 | 0,493 |

Hiermit ist der Nachweis der Photodynamie des Fluoreszeïns erbracht. Nachuntersuchungen mit Invertin unter Beobachtung obiger Versuchsbedingungen bestätigten diese Photodynamie für Fluoreszeïn ebenso wie für seine gechlorten Substitutionsprodukte, so dass von einer weiteren Untersuchung der gechlorten Substitutionsprodukte Abstand genommen werden konnte.

## Gruppe des Anthracens.

Die starke Photodynamie der Substanzen dieser Gruppe auf Fermente ist bereits durch die eingehenderen Invertinuntersuchungen nachgewiesen.

Nachuntersucht wurde des Vergleiches mit den Invertinresultaten halber das dichloranthracendisulfosaure Natron:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,516 | 0,520 |
| Dichloranthracendisulfosaures Na 0,05% . . . . . | 0,062 | 0,515 |

Die Photodynamie dieses Körpers deckt sich graduell mit den bei Invertin beobachteten Resultaten.

Fast noch stärker wirkt das zum ersten Male auf Diastase untersuchte 2—7 anthrachinondisulfosaure Natron:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,480 | nicht analysiert |
| 2—7 anthrachinondisulfosaures Na 0,2% . . . . . | 0,025 | 0,468 |

Dieses Resultat deckt sich ebenfalls mit dem bei Invertin gewonnenen. Anfänglich war es sehr überraschend, dass Anthrachinonabkömmlinge Photodynamie zeigen, da sie als nicht fluoreszierend gelten und es schien dieser Körper der erste photodynamische, aber nicht fluoreszierende Körper zu sein. Doch ist diese Ausnahme nur eine scheinbare, denn der Körper zeigt im Eisenlicht unter Verwendung von Quarzcuvetten schwache, moosgrüne Fluorescenz.[1])

## Gruppe des Acridins.

Der Hauptrepräsentant dieser Gruppe, das salzsaure Acridin, gab bekanntlich den Anstoss zur Entdeckung der Photodynamie fluoreszierender Stoffe.

---

[1]) H. v. Tappeiner, Über das photodynamische und optische Verhalten der Anthrachinone. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. LXXXII.

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,459 | 0,480 |
| HCl Acridin 0,08 % . . . | 0,036 | 0,448 |

Bemerkung: Unter zeitweiser Durchleitung von reinem Sauerstoff.

Dieser Körper zeigt also die bei den biologischen Versuchen konstatierte starke Photodynamie auch auf Fermente. Der Grund für sein früheres Versagen Fermenten gegenüber darf mit Sicherheit in der Verwendung gläserner Medien gesucht werden. Nach einer Angabe Starks absorbiert HCl Acridin in einer Konzentration von 0,1 % vom ultravioletten Ende bis zum hellblauen Teile des Spektrums. Ausserdem erscheint nicht ausgeschlossen, dass Acridin eine Absorption im Ultravioletten besitzt.

Das dem Acridin in seinem Wesen ähnliche Dimethylphosphin wurde nicht untersucht.

### Gruppe der Phenazine.

Aus dieser Gruppe hatten auf Invertin nur Phenazin und Phenosafranin eine, wenn auch geringe, Photodynamie ergeben, die übrigen Körper aber versagt. Es ist hierbei zu bedenken, dass die ganze Gruppe sich zur Untersuchung auf Fermente, wenigstens auf Diastase und Invertin, deswegen wenig eignet, weil die Phenazine als Farbbasen zur Lösung einen mehr oder weniger grossen Säurezusatz erfordern. Dieser Säurezusatz wirkt aber auf Invertierungs- wie Diastaseprozess stark befördernd ein und die Versuche verlieren bei der ohnehin nur geringen Photodynamie der Phenazine bedeutend an Beweiskraft und Exaktheit.

Untersucht wurde zuerst das Toluilenrot:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,518 | 0,516 |
| Toluilenrot 0,004 % . . . . | 0,558 | 0,530 |

Dieser Körper lässt also auch hier wie bei Invertin jegliche Photodynamie vermissen, obgleich er biologisch sehr wirksam ist.

Ferner wurde untersucht das fluorindindisulfosaure Natron, das bisher weder biologisch noch auf Fermente irgend welche Photodynamie gezeigt hatte:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,561 | nicht analysiert |
| Fluorindindisulfosaures Na 0,006% . . . . . | 0,565 | 0,561 |

Der Körper zeigt auch hier keine Spur von Photodynamie.

### Gruppe des Phenoxazins.

Die bisherigen Untersuchungen an Fermenten liessen die biologisch ziemlich bedeutende Photodynamie dieser Gruppe vermissen oder ergaben nur minimale Spuren.

Untersucht wurde zuerst das schwer lösliche Resorufin:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,519 | nicht analysiert |
| Resorufin 0,002% . . . . | 0,522 | 0,548 |

Bemerkung: Der Farbstoff ist während des Stehens zum grössten Teil wieder ausgefallen.

Das Resorufin eignet sich nicht zur Untersuchung auf Fermente, da es als Säure zu seiner Lösung Alkali benötigt und infolge alkalischer Reaktion die Fermente auch im Dunkeln schädigt.

Des weiteren wurde untersucht Nilblau A:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,518 | 0,520 |
| Nilblau 0,002% . . . . . | 0,497 | 0,508 |

Dieses Resultat, zumal es ganz ähnlich auch bei Invertin gefunden wurde, kann als schwache Äusserung von Photodynamie aufgefasst werden.

Derselbe Körper wurde auch in einer grösseren Versuchsreihe untersucht, um den Einfluss der Konzentration kennen zu lernen:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,490 | 0,538 |
| Nilblau 0,002% . . . . . | 0,402 | 0,533 |
| „ 0,0004% . . . . . | 0,430 | — |
| „ 0,0002% . . . . . | 0,441 | — |
| „ 0,0001% . . . . . | 0,468 | 0,530 |
| „ 0,00004% . . . . . | 0,484 | — |

Man sieht aus dieser Tabelle, dass die Diastase durch die Einwirkung des Lichtes allein bereits eine geringe Schädigung erfahren hat, die gefundenen Unterschiede zwischen hell und dunkel somit keinen exakten Beweis der Photodynamie darstellen. Immerhin ist die Schädigung, die die Diastase im Licht bei Zusatz von Nilblau erleidet, so beträchtlich stärker, dass sie wohl als photodynamische Wirkung, wenn auch nur geringen Grades, aufgefasst werden muss.

### Gruppe des Thiodiphenylamins.

Untersucht wurde nur der Hauptrepräsentant dieser Gruppe, das Methylenblau. Für diesen Körper ist in entsprechenden Verdünnungen Photodynamie auf Invertin bereits nachgewiesen:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,540 | 0,551 |
| Methylenblau 0,002% . . . | 0,416 | 0,562 |

Sehr interessant waren die Untersuchungsergebnisse bei Verwendung verschiedener Konzentration dieses Körpers:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,516 | 0,526 |
| Methylenblau 0,02% . . . | 0,430 | 0,526 |
| „ 0,004% . . . | 0,252 | 0,532 |
| „ 0,002% . . . | 0,181 | 0,533 |
| „ 0,0005% . . . | 0,167 | 0,528 |
| „ 0,0001% . . . | 0,321 | — |
| „ 0,00002% . . | 0,446 | — |

Die Tabelle zeigt deutlich, welchen Einfluss die Konzentration der Farblösung auf das Auftreten wie besonders auf den Grad der Photodynamie haben kann, wie mit fallender Konzentration die Photodynamie stärker wird — infolge verminderter Absorption der wirksamen Strahlen an der Oberfläche der Lösungen —, wie schliesslich ein Wirkungsmaximum erreicht wird und wie nach Überschreiten dieses Optimums der Konzentration die Photodynamie wieder abnimmt, dabei aber bei minimalen Spuren von Farbstoff noch erkennbar ist.

Ausser der hieraus zu ziehenden Nutzanwendung für die Methodik der Untersuchungen ergibt diese Tabelle auch wichtige Momente für die Verwendung derartiger Körper zu therapeutischen Zwecken.

## II. Substanzen mit Absorption im violett resp. ultraviolett.

### Gruppe des Naphthalins.

Die Photodynamie dieser Gruppe ist von den biologischen Versuchen her als schwache bekannt, war zum Teil sogar ganz vermisst worden. In Übereinstimmung hiermit hatten die Körper dieser Gruppe auch auf Invertin keinerlei photodynamische Wirkung gezeigt. Von ihrer Untersuchung auf Diastase wurde daher Abstand genommen.

Alkaloïde.

Untersucht wurde nur das γ-Phenylchinaldin:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,515 | 0,516 |
| γ-Phenylchinaldin 0,05% . . | 0,146 | 0,526 |

Die Substanz zeigt also im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen an Invertin beträchtliche Lichtwirkung, was sich bei der ultravioletten Absorption des Körpers ohne weiteres durch die bei den diesmaligen Untersuchungen beobachtete Ausschaltung gläserner Medien erklärt. Bei der Verwendung offener Schalen und bei offenem Fenster ist der Körper auch auf Invertin photodynamisch wirksam.

Ferner wurde untersucht das Glycosid Äsculin, das bei den biologischen Versuchen Spuren, auf Invertin und Diastase keinerlei Lichtwirkung erkennen liess. Auch bei den diesmaligen Versuchen liess sich trotz zeitweiser Sauerstoffdurchleitung keine Photodynamie erweisen:

| | hell: | dunkel: |
|---|---|---|
| Ohne Zusatz . . . . . | 0,459 | 0,482 |
| Äsculin 0,08% . . . . . | 0,495 | 0,500 |

Aus all diesen Versuchen geht hervor, dass die meisten fluoreszierenden Stoffe, wenn sie auch ganz verschieden chemisch konstituiert sind, im Lichte mehr oder minder schädigend auf Diastase einwirken, während sie im Dunkeln wirkungslos sind. Nur die fluoreszierenden Stoffe der Phenazinreihe, sowie der Naphthalinreihe, das Äsculin und die Fluorindindisulfosäure erweisen sich als unwirksam. Die Einwirkung der photodynamischen Stoffe auf Diastase scheint parallel mit der auf Invertin zu gehen. Äsculin und Fluorindindisulfosäure — beide sehr intensiv fluoreszierend — sind, wie auf Diastase und Invertin, so auch auf Zellen ohne Einfluss. Es ist das insoferne sehr auffallend, da sie

in Bezug auf die Jodkaliumreaktion mit den meisten fluoreszierenden Stoffen übereinstimmen. J. Weiss[1]) zeigte nämlich in seiner Dissertationsarbeit, dass durch die Anwesenheit der photodynamischen Stoffe im Lichte aus JK viel mehr Jod abgespalten wird als ohne sie. Für Eosin und Chinin war das bereits von Straub nachgewiesen worden. Wie es kommt, dass bei den einzelnen Lichtreaktionen bald die bald jene Stoffe mehr oder weniger intensiv wirken, muss späteren Untersuchungen anheimgestellt werden.

---

Herrn Professor Dr. von Tappeiner möchte ich nicht verfehlen, für die Anregung zu dieser Arbeit und stets ihr erwiesene Anteilnahme, sowie Herrn Privatdozent Dr. Jodlbauer für die fortwährende gütige Unterstützung bei derselben meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

---

[1]) J. Weiss, Über die Jodreaktion bei fluoreszierenden Stoffen. Inaug.-Dissertation 1904.

# Lebenslauf.

Ich, Fritz Liebl, bin geboren am 22. Januar 1880 in Straubing als Sohn des damaligen Studienlehrers, jetzigen Gymnasialprofessors Hans Liebl in Passau, trat nach Besuch der Volksschule in das Gymnasium zu Burghausen ein und verliess Juli 1898 das Gymnasium zu Passau mit dem Zeugnis der Reife, trat dann als Avantageur in das Kgl. Bayer. 16. Infanterie-Regiment in Passau ein, wurde nach Beförderung zum Fähnrich zur Kriegsschule nach München kommandiert und trat September 1899 zur Reserve über. Ab Wintersemester 1899/1900 studierte ich an der Universität München Medizin, bestand im Sommersemester 1901 das Tentamen physicum und vollendete Sommersemester 1904 die ärztliche Approbationsprüfung.